

除細動器

今回、緊急性があり、病院にある機器の中でも優先順位の高い「除細動器について」考えてみようと思いました。問題なく使えている方も多いと思いますが、この機会にもう一度、除細動器について考えてみましょう。



図1 日本光電 TEC-5531 (経皮ペースティング付き)

○(その前に…)「使うときは、常に、本番。その時は、ある日／突然訪れる。」

緊急で除細動器／AEDを使うシチュエーションは、ある日・突然やってきます。

我々医療従事者は、治療の対象を入院・外来にみえた患者さんと思っていますが、お見舞いにいらっしゃるご家族や親戚の方々やひょっとしたら、病院で働いている自分達かもしれません。イメージトレーニングはとても大切です。自分には何ができる／できないを明確にしておく事が大切です。

○DefibrillationとCardioversion

大きく分けて、除細動(Defibrillation)とカルディオバージョン(Cardioversion)の2種類があります。

除細動(Defibrillation)：心臓が不規則に動き血液を拍出できない状態(心室細動)や心室が早く動きすぎて脈が触れない(脈の無い心室頻拍)脈が触れない(=循環が維持できない)場合、**非同期式の除細動**を行います。心静止(Asystole)や無脈性電気活動(Pulseless Electrical Activity: PEA)は、除細動の適応となりません。

単相性波形のエネルギーとして、200Jが一般的ですが、成功率が低いいため360Jが推奨されています。**二相性波形のエネルギーとして、150J以上が推奨**されています。

AEDの初回エネルギー設定として、150Jが設定されています。

1回目の除細動に成功しなかった際、2回目以降のエネルギーは、1回目より高い値を選択します。

カルディオバージョン(Cardioversion)：(薬剤でのコントロールが難しい)心房粗動／細動や心室頻拍の除去のため、心室の脱分極期に合わせ(R波同期)除細動を行う事をカルディオバージョンといい、エネルギーは120～200Jで行います。ほとんどの場合、意識があるので、実施前に鎮静を行います(呼吸停止、誤嚥に注意)。



「同期式除細動」では、放電スイッチを押しても即座に放電されない事があります。同期スイッチを押した後、**除細動位置タイミングマーカーがR波に一致しているか確認**して下さい。ペースメーカーを使用している場合、ペーシングパルスがR波と誤認識する事がありますので「**ペースメーカーパルス除去**」設定を確認しましょう。

R波が分離できない（電位が低い・STが大きく上昇しているなど）場合は、誘導切り替え（もしくは電極の位置）を変更してください。

○出力波形（単相性／二相性波形）

除細動器には、機械により単相性と二相性波形があります。二相性は、①除細動効率に優れている②エネルギー効率が良い③低エネルギーで除細動が行えるなどの理由から好まれる傾向があり、AEDは全て二相性波形です。

○パドルの位置

一般的にパドルは、右鎖骨直下（第2－3肋間胸骨右縁）と左第5肋間中腋窩線（心電図V6位置）へ生体に対し「縦向き」方向に置くとされます。電極のSternal-Apexが逆になっても大きな除細動効率の低下とはなりません。

○除細動ペーストについて

パドルと皮膚を電氣的に仲良くさせるものが、除細動ペーストです。除細動パドルの金属面すべてに均一になるように除細動ペーストを塗布します。

パドルを当てる時には、皮膚に密着させるため強い力で押し付けます（8～10kg）。

塗り／貼り薬は、電氣的抵抗が高いため、除去（拭き取り）します。

体毛は、除細動ペーストを塗布しても除細動パドルと皮膚の間に空気が残り電気抵抗が高くなります。除細動パドルの当たる部分を除去します。

除細動器には各社除細動専用のペーストが準備されています。

※イソジンは電気が流れにくいため、手術後に除細動が必要となる場合は要注意です。

※**超音波用のペースト**は、超音波の抵抗（音響インピーダンス）を下げる目的で設計されています。電気抵抗は高く、**絶対に除細動器に使用してはなりません**。

※心電図用ペーストには一般的に、心電図に最適化された成分が混入しております。皮膚の研磨剤が混入しており、若干、導電性が劣ります。メーカーでは「心電図用クリームで除細動を行うとやけどの原因となる。」と言っております。導電性クリームのため、除細動専用ペーストが無い場合、応急的に使用可能です。

※**パドルを当てる部位には、心電図モニター電極・誘導ケーブル・透明ドレッシングテープなどが無いことを確認**しましょう。

※使用後に除細動パドルを清掃せず放置した場合、パドル表面に付着したペーストが硬化し電気抵抗が上昇する原因となります。**使用後は、速やかに清拭し保管**してください。



図2 除細動ゲル
除細動ゲルをパドルに乗せたあと、左右のパドルをすりあわせ、金属部分に均一になるように伸ばします。

○ショート

電氣的に抵抗が低く繋がった状態を短絡（ショート）といいます。除細動ペーストで、2つの除細動パドル間がペーストで繋がった状態では、電流は抵抗の低い除細動ペーストを通過し、心臓に流れません。

パドル部以外に付着しているペーストを拭き取って下さい。

ショック状態では大量の発汗が見られる場合があります。汗は生理食塩水と同じように電気抵抗が低く、除細動パドルが繋がった状態となります。

○便利な導電性ゲルパッド（ペーストの代用品）

除細動ペーストの代わりに「導電性ゲルパッド」という物があります。特徴として①導電性ペーストを塗る手間が無く迅速に簡単に準備できる②火傷を軽減できる③即座に除去できる④パドルを清掃する手間が省けるなどがあります。例）3M社 Defib-Pads®

パッケージの破損などにより、乾燥・変色・硬化している時は使えません。

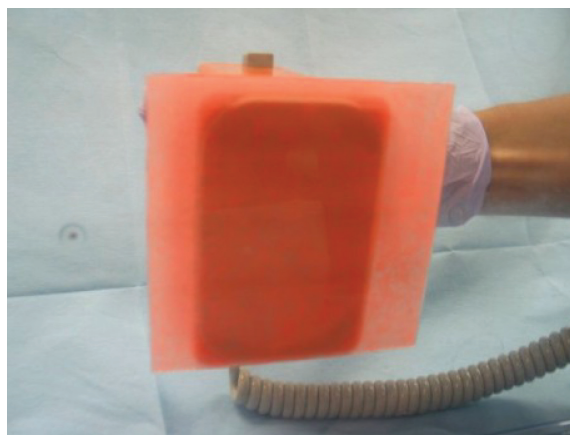


図3 3M社 Defib-Pads®（均一に密着している様子）

○使い捨てパッド（粘着性除細動パッド）

使い捨てパッドとは、使い捨ての貼り付け型パドルです。電極表面には導電性ゲルが塗布されており、専用ケーブルがセットされています。経皮ペースティング機能のある除細動器では、経皮ペースティング電極としての機能を有します（ディスポーザブル製品）。

粘着テープで貼り付いているため、パドルを圧着させる際の実施者のスリップ・意図しない接触による電撃防止にも有効です。また、除細動による熱傷軽減などに有効です。

使い方は、除細動器のパドル接続コネクタを、専用ケーブルに交換します。中継コネクタをロックが掛かるまでしっかり接続します。破損しないように、丁寧に取り出し、パッケージの図の示す位置に押さえつけるように貼ります。空気が残らないように、強く押し当ててください。必ず、一枚ずつ台紙から剥がし、片方ずつ貼り付けましょう。強い粘着剤が使用されているため、2枚のパドル同士が接触してしまうと剥がれません。

○パドル接触部位以外のやけどについて

ネックレス・ピアス・金属性ワイヤーの入った衣類は、熱傷の原因となります。可能であれば体から取り外したいのですが、難しい現状もあります。除細動パドルから可能な限り遠ざける（ネックレスを上あげる）だけでも熱傷の程度は違います。

○やけどの処置で皮膚障害軽減

まずは、クーリングです。蘇生が一段落したら、速やかにコールドパックでクーリングを実施しましょう。その後、抗炎症剤やステロイド剤を塗布します。

（参考）アズノール軟膏® ヒルロイド軟膏®

○小児の除細動について

小児の除細動を行う際、注意しなければならない事として、小児用パドルの取り出し方とエネルギー設定があります。

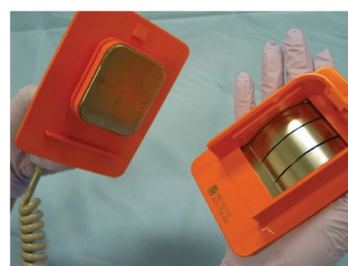
小児用のパドルは、主に乳幼児に用います。ロックを解除し、成人用パドルを取り外します（スライド／回転）。

パドル同士が接触しない事が大切です。前胸郭と背部にパドルを当てる方法も有効です。

パドルを密着させるため、小児では5kg程度の押しつける力が必要とされています。

小児のエネルギー設定は、通常2J/kgから始め、4J/kg（最大9J/kg）です。

導電性ゲルパッドを使用する際には、パドルより少し大きめに切って使用します。



【小児用パドル使用の目安】
・1歳未満 出力≤70J

図4 小児用パドル（日本光電）

○「充電・放電できない」トラブル

「除細動器の充電・放電ができない」というトラブルが稀にあります。

原因として、除細動器本体とパドルのコネクター部分の接続が不完全な場合があります。「カチッ」と音がするまで目視下で強く奥まで押し込みましょう。

いずれにしても、**予想し得ない機器の不具合はある確率で発生**します。「他の除細動器（もしくはAED）を取りに行く事」も念頭に置きましょう。

○モニターとして上手に使う！

カルテ記録をする際に、「心電図が残って無い」ということはありませんか？

「移動中のVfが心配」ということはありませんか？

「蘇生中のモニター心電図のレコーダー」「移動中のモニタリング」として上手に使いましょう。その際、**機器の内部時計が実時間と合っている事**が大切です。記録の際に時間があっていないと、困ります。日常点検で確認しておきましょう。

最近の除細動器は、除細動した際の心電図がメモリーに残っており、後で印刷する事も可能です。モニターする際には、パドルではなく電極を貼りましょう。電極はがれによるノイズは、Vfと間違える可能性があります。

○ペースメーカー・植え込み型除細動器について

ペースメーカー（CRT含む）や植え込み型除細動器（ICD）など徐脈／頻脈治療にかかわる埋め込み型デバイス（以降デバイス）は、一般的に、右もしくは左の鎖骨下に植え込まれます。デバイス治療を受けている方の除細動器の問い合わせとして、パドルとデバイスの位置関係があります。除細動器の大きな電氣的エネルギーによりデバイスが破損するのではないかと危惧されるためです。

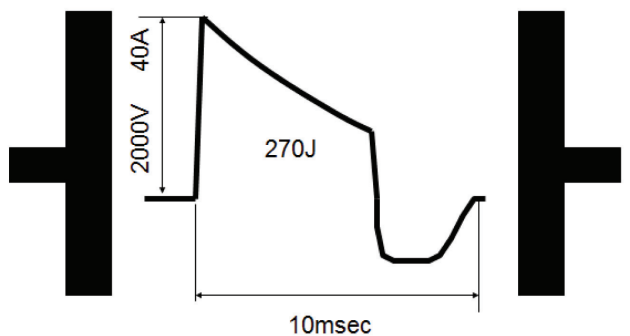
不具合の発生を最小限にするため**「植え込みデバイスの直上は避ける」**事をお勧めします。そして、**「（蘇生が一段落したら）速やかにデバイスの点検を行う」**事をお願いします。



図5 ペースメーカーを埋め込んだ後の様子

○ゴム手袋の着用について

添付文書や取扱説明書によると、ゴム手袋の着用についての記載がありません。しかし、病院で使用する際、電源コンセントを必ず抜いた状態で使用しているとも限りません。併用した他の機器が故障しているため電撃を受ける可能性もあります。蘇生時の血液・体液の接触／暴露は容易に想像が付きまします。病院においては、感染対策として「標準予防策」が一般的となり、ゴム手袋着用は電撃防止という意味合いと、感染防止という側面からも必須であると考えます。このような理由から、ゴム手袋の着用を強くお勧めします。



負荷抵抗 50Ωとした場合

図6 出力波形

○エネルギー表示・出力電圧・電流・放電波形について

除細動器は、J（ジュール）という単位を用います。聞きなれない単位ですが、 $J = W \times \text{時間 (sec)}$ であり、「何Wをどれ位の時間使ったか」のエネルギーの量を表します。

出力（J）と生体の抵抗（Ω）にもよりますが、およそ、電圧：2000V 電流値：40Aにもなります。

○バッテリー動作で何回？作動させる事ができるのか？

新品のバッテリーで50回程度の除細動を行う事が可能ですが、バッテリーは、1年ごとに交換が必要です（詳しくは添付文書を参照してください）。

○保守点検について

法的な解釈として、添付文書情報（付属取扱説明書）を基に適切に保守点検を行う事は医療機関の責務です。点検を実施した事を記録する事も大切です。

点検には、「日常点検（使用前・使用中・使用後点検）」と「定期点検」があります。

日常点検は、外観点検（清掃含む）／備品点検／簡易動作点検などで、除細動器では、パドルが汚れていないか？充電されているか？導電性ペーストや記録用紙はあるか？変な臭いが無いかなど各施設ごとにルールを決めて実施すべきだと思います。

定期点検は、専用の測定器を用いた機器の性能評価が含まれますので、臨床工学技士や外部委託業者によって行われます。いずれにしても除細動器は、「使用機会は少ないが特に重要な機械」なので、使いたい時に動かないという事が無いように日頃の管理が重要です。

<参考文献>

- ・「アメリカ心臓協会 心肺蘇生と救急 心血管治療のためのガイドライン2010」
- ・「ヨーロッパ蘇生協議会 心肺蘇生法ガイドライン2005」
- ・TEC-5500シリーズ 取扱説明書 添付文書（日本光電）
- ・ディフィパッド パンフレット（3M）
- ・プロテクトICDシリーズ 添付文書（メドトロニック）

【著者プロフィール】臨床工学技士 上條 秀昭
「方法は違うけれど、最終的に目指しているのは同じかも？」少しでもご協力できればと思っております。
執筆 2012年10月